

9. Художественная литература в защиту экологии. Режим доступа – <http://lib.usfeu.ru/-index.php/dialog-s-prirodoj/273-khudozhestvennaya-literatura-v-zashchitu-ekologii>
10. Чингиз Айтматов Плаха //Роман-газета, № 11-12, 1987.
11. Майкл Крайтон «Next». Режим доступа – http://www.cbsorsk.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=9148:9148&catid=26&Itemid=2359&ysclid=la24qv5ndp72800671

УДК 556.047

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ВОДОСБОРА РЕКИ ТОРГАЙ

Г. К. Каримова¹, А. Т. Козыкеева², О. П. Мешик³, А. Е. Дуанбекова⁴

¹ Докторант PhD, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан, e-mail : gulnur_karimova@bk.ru

² Д.т.н., профессор, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан, e-mail : aliya.kt@yandex.ru

³ К. т. н., доцент, декан факультета инженерных систем и экологии УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь, e-mail : omeshyk@gmail.com

⁴ Докторант PhD, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан, e-mail : aiga78@inbox.ru

Реферат

На основе анализа многолетних информационно-аналитических материалов РГП «Казгидромет» и РГУ «Тобыл-Торгайская бассейновая инспекция по регулированию использования и охране водных ресурсов» Комитета по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан, характеризующих гидрологический режим водосбора бассейна реки Торгай в период 1928-2017 гг., изучены особенности формирования и изменчивости среднегодового стока в пространственно-временном масштабе.

Ключевые слова: гидрологический режим, годовой сток, антропогенная деятельность, интегральная кривая.

ASSESSMENT OF THE CURRENT VARIABILITY OF THE HYDROLOGICAL REGIME OF THE TORGAI RIVER CATCHMENT

G. K. Karimova, A. T. Kozikeeva, A. P. Meshyk, A. E. Duanbekova

Abstract

Based on long-term information and analytical materials of RSE «Kazhydromet» and RGU «Tobyl-Torgai Basin Inspectorate for Regulation of Use and Protection of Water Resources» of the Committee for Water Resources of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan, characterizing the hydrological regime of the catchment area of the Torgai River basin and covering the period 1928-217 years, the features of the formation and variability of the average annual runoff on spatio-

temporal scales were studied, and the genetic periods of the functioning of the river system before and after anthropogenic transformation were determined.

Keywords: hydrological regime, annual runoff, anthropogenic activity, integral curve

Введение

Основными факторами, обуславливающими формирование речного стока недостаточно увлажненной степной зоны Северного Казахстана, на невысоких горных системах Казахского мелкосопочника, являются, в основном, твердые и жидкие атмосферные осадки, и среднегодовые температуры воздуха, связанные с физико-географическими процессами природной системы.

Выявления влияния этих факторов на многолетние колебания среднегодового расхода воды реки является одной из первостепенных задач водной безопасности регионов Северного Казахстана, которые требуют необходимости научно-обоснованной оценки происходящих и будущих изменений гидрологического режима, а также водных ресурсов в современных социально-экономических и климатических условиях.

Для устойчивого природопользования в степной зоне Северного Казахстана ключевое значение имеют количественные показатели водных ресурсов, которые существенно влияют на природно-географическую специфику природных геосистем. Значительная доля водных ресурсов степной зоны Северного Казахстана формируется за счет поверхностных вод, представленных в первую очередь речными системами различного уровня. Водосбор бассейна реки Торгай является важнейшим компонентом степного ландшафта Северного Казахстана, выполняет важную природообразующую и экологическую роль.

В настоящее время, водосбор бассейна реки Торгай степной зоны подвергается коренной трансформации в результате интенсивной хозяйственной деятельности. В связи с этим, исследование природно-гидрологической специфики водосбора бассейна реки Торгай с учетом современной структуры природопользования относится к числу актуального научного направления гидрологических исследований. Однако необходимо обратить внимание на определенную сложность в изучении и анализе ряда показателей исследуемых природных объектов водосбора бассейна реки Торгай, в первую очередь – гидрологических характеристик.

Цель исследований – восстановление рядов наблюдений за стоком рек на основе принципов аналогии. Объект исследований – река Торгай, которая образуется при слиянии рек Жалдама и Кара-Тургай, берущих начало на западной окраине Казахского мелкосопочника и течет по Тургайской ложбине, разбиваясь в широкой пойме на рукава с образованием множества озер и впадает в бессточное озеро Шалкар-Тенгиз.

Длина реки Торгай – 825 км, площадь бассейна – 157,0 тысяч км², высота истока – 132,0 м, устья 54,0 м над уровнем моря. Питание в основном снеговое, где годовой сток формируется преимущественно в период весеннего половодья (рисунок 1) [1, 2].

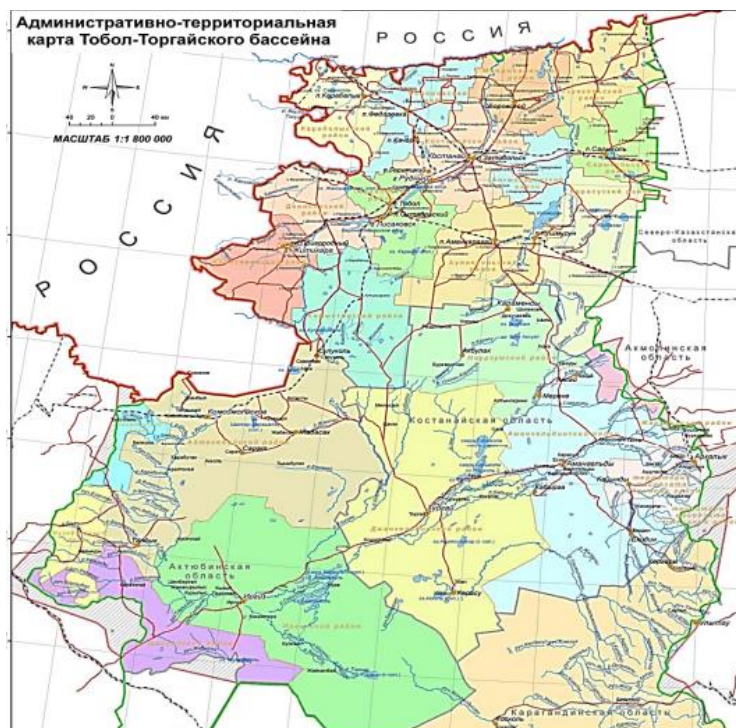


Рисунок 1 – Административная-территориальная карта Тобол-Торгайского бассейна

Материалы и методы

В качестве физико-географической характеристики гидрологического режима реки Торгай для целей исследования пространственно-временной структуры многолетних колебаний стока использованы средние годовые расходы реки, а в качестве основных климатических факторов – годовые атмосферные осадки и среднегодовые температуры воздуха.

Исходными данными для анализа и оценки гидрологического режима реки Торгай послужили среднегодовые расходы воды на гидрологических постах Торгай и Кара-Торгай, размещенные в гидрологических ежегодниках с 1934-1957 гг., а также фондовые материалы РГУ «Тобыл - Торгайская бассейновая инспекция по регулированию использования и охране водных ресурсов» по формированию гидрологического режима на территориях водосбора бассейна реки Торгай 1991-2017 гг. [1, 2, 3].

Результаты и обсуждение

В бассейне реки Торгай в створе гидрологического поста Пески-Тусум продолжительность периодов наблюдений составляет 17 лет, с 1940 по 1957 гг. в естественных условиях, в том числе в бассейне реки Тобол в створе гидрологического поста Гришенка проведены постоянные наблюдения в период с 1932 по 2017 гг., которые приняты в качестве аналога для восстановления среднегодового стока исследуемой реки Торгай и определена связь между характеристиками стока этих рек (рисунки 2–4).

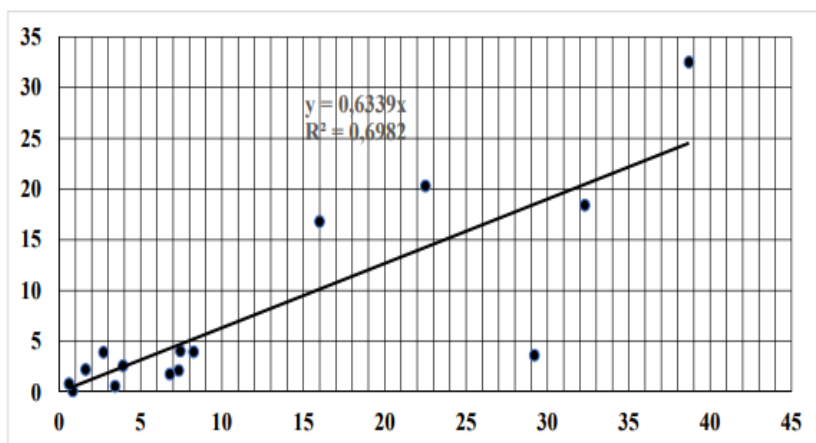


Рисунок 2 – Взаимосвязь средних годовых расходов воды ($\text{м}^3/\text{с}$) реки Торгай в створе гидрологического поста Пески-Тусум (ордината) и реки Тобол в створе гидрологического поста Гришенка (абсцица)

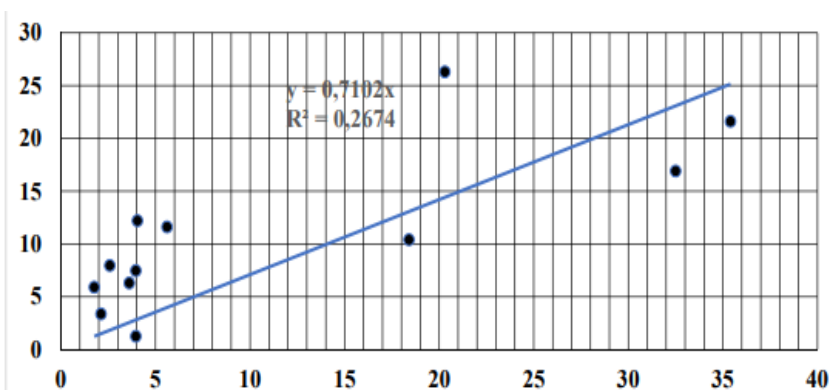


Рисунок 3 – Взаимосвязь средних годовых расходов воды ($\text{м}^3/\text{с}$) реки Кара-Торгай в створе гидрологического поста Ак-Откель (ордината) и реки Торгай в створе гидрологического поста Пески-Тусум (абсцица) в естественных условиях

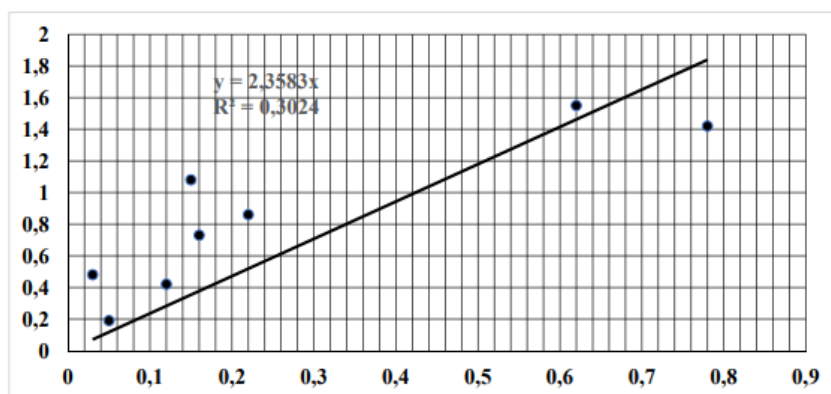


Рисунок 4 – Кривые связи средних годовых расходов воды ($\text{м}^3/\text{с}$) реки Кара-Торгай в створе гидрологического поста Ак-Откель (ордината) и реки Торгай (гидрологический пост Пески-Тусум) (абсцица) в техногенных условиях

Природные процессы, в том числе и гидрологические, являются многофакторными и многоциклическими, поэтому в изучении многолетних колебаний стока водосбора бассейна реки Торгай наибольший интерес представляют закономерные циклические изменения в пространственно-временном масштабе.

Особенно важным представляется исследование распределения в пространственно-временном масштабе фазы циклических колебаний, то есть группировок лет повышенной или пониженной водности. Для водосбора реки Торгай по формированию стока в пространственно-временном масштабе можно выделить три периода, первый – естественный период, который охватывает 1928-1960 гг., второй период связан с освоением целинных и залежных земель для сельскохозяйственной деятельности, которая в регионах Северного Казахстана началась с 1960 года.

Водосборная территория бассейна реки Торгай, являющаяся частью внутренних речных систем Республики Казахстан, на протяжении последних пятидесяти лет подвержена интенсивному техногенному воздействию в связи со строительством Акжарского водохранилища (16,4 млн. м³) на реке Акжар и Ащи-Тастинского водохранилища 205 (5,0 млн. м³) на реке Ащи-Тасты (многолетнего регулирования) и Тастинского (7,84 млн. м³) на реке Тасты (сезонного регулирования).

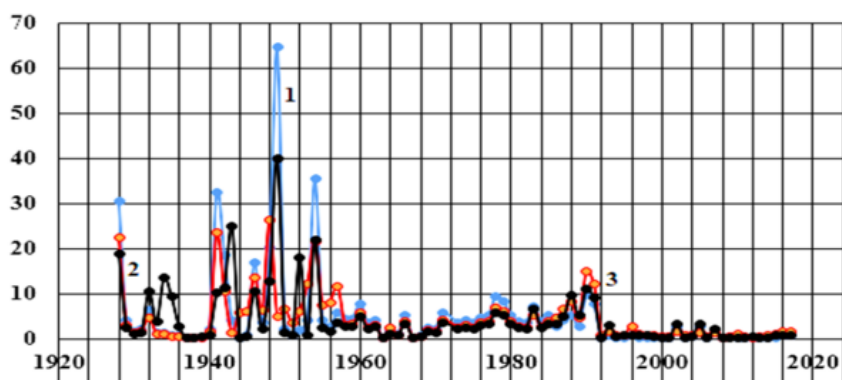


Рисунок 5 – Многолетние колебания среднегодового расхода (м³/с) реки Торгай (гидрологический пост Пески-Тусум) (1), Кара-Торгай (село Ак-Откель) (2) и Ирғыз (село Ирғыз) (3) (ордината – среднегодовые расходы, абсцисса - годы)

С 1992 года начинается третий период после получения суверенитета Республики Казахстан, когда гидрологический сток в бассейне реки Торгай стал полностью зарегулированным под влиянием антропогенной деятельности. Таким образом, на формирование гидрологического стока бассейна реки Торгай, его изменчивость в пространственно-временных масштабах, оказывает влияние целый комплекс природно-географических и антропогенных факторов, которые проявляются не одинаково.

В связи с этим, в перспективе возникает необходимость детального изучения влияния изменения климата региона и антропогенной деятельности на формирование гидрологического стока водосбора бассейна реки Торгай.

Водоохранилища построены для обеспечения водной безопасности населения и хозяйственной деятельности региона [3]. Для выявления статистически однородных периодов в пределах среднегодовых расходов рек Кара-Торгай в створе Ак-Откель и Торгай в створе Пески-Тусум и количества атмосферных осадков по метеорологическим станциям Аркалык и Торгай, проводился анализ статистической однородности временных рядов исследуемых параметров. Анализ выполнен графическим способом – путем построения интегральной кривой среднегодового расхода воды рек и атмосферных осадков [4]

$$\sum Qi = f(Qi), \quad (1)$$

где $\sum Qi$ – нарастающая сумма среднегодового расхода воды от начала наблюдений, м³/с;

Qi – среднегодовой расход воды реки в период наблюдений, м³/с.

$$\sum Oci = f(Oci), \quad (2)$$

где $\sum Oci$ – нарастающая сумма атмосферных осадков от начала наблюдений, мм;

Oci – годовые атмосферные осадки в период наблюдений, мм, на основе статистической однородности многолетних рядов.

На рисунках 6 и 7 приведены соответствующие зависимости.

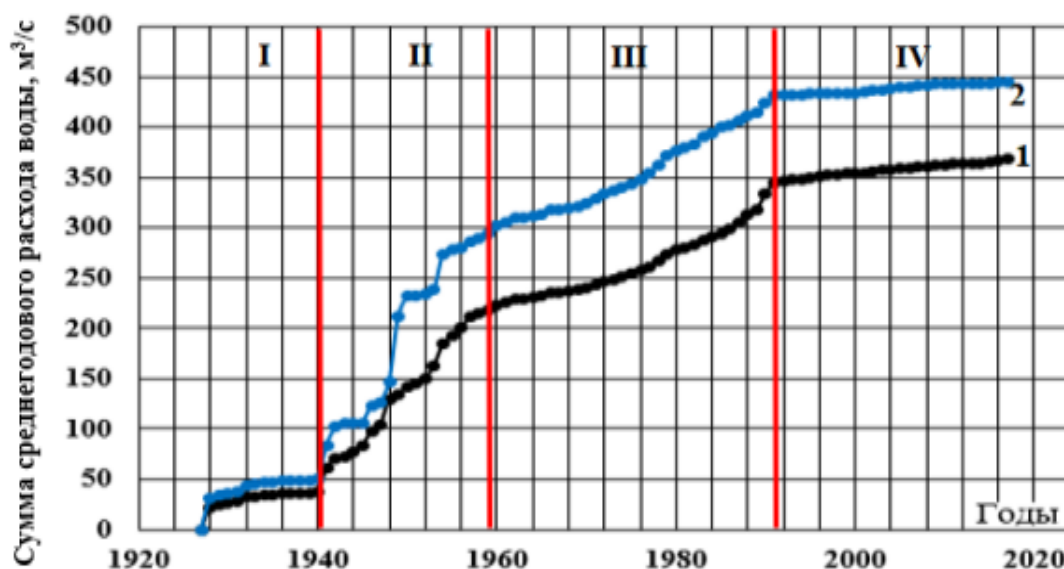


Рисунок 6 – Изменение набегающей суммы среднегодовых расходов воды реки Кара-Торгай в створе Ак-Откель (1) и Торгай в створе Пески-Тусум (2) (I, II, III, IV – статистически однородный период)

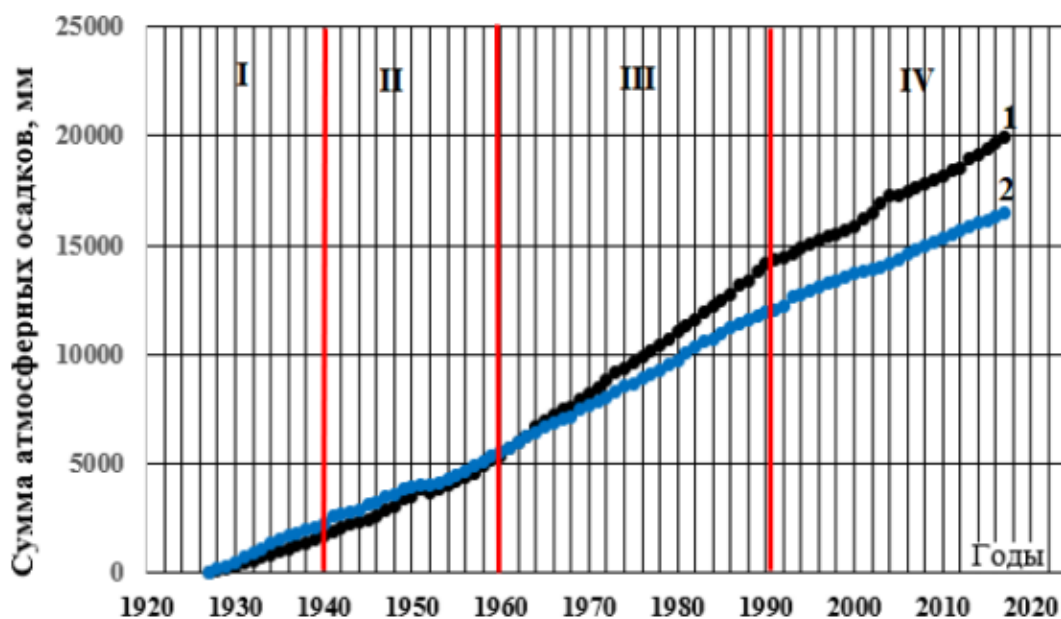


Рисунок 7 – Изменение набегающей суммы атмосферных осадков на метеорологических станциях Аркалык (1) и Торгай (2), расположенных в бассейне реки Торгай (I, II, III, IV – статистически однородный период)

На основе графического анализа рисунков 6 и 7 выделены прямолинейные участки интегральных кривых, определяемые как статистически однородные.

Путем сравнения между собой среднегодовых расходов воды в первом и в последнем из расположенных в хронологической последовательности статистически однородных временных периодов определялось изменение среднегодовых расходов воды реки Кара-Торгай в створе Ак-Откель и Торгай в створе 206 Пески-Тусум, а также атмосферных осадков по метеорологическим станциям Аркалык и Торгай (таблица 1)

Таблица 1 – Результаты оценки статистической однородности временных рядов гидрологических и метеорологических параметров бассейна реки Торгай

Статистический однородный период	Среднее значение среднегодового расхода воды, м ³ /с		Среднее значение годовых атмосферных осадков, мм	
	Река Кара-Торгай	Река Торгай	Аркалык	Торгай
1928-1940 1992-2017	2,84	3,90	133,5	176,5
1941-1959	9,02	12,19	172,6	153,8
1960-1991	3,99	4,28	286,0	207,9
1992-2017	0,92	0,53	223,4	177,5

Как видно из таблицы 1, увеличение среднегодовых расходов воды за период 1928-1940 гг. в реках Кара-Торгай и Торгай составило соответственно от 2,84 до 9,02 м³/с, рост расходов в период 1941-1959 гг. – соответственно от 3,90 до 12,19 м³/с, что связано с климатическими факторами, то есть увеличением атмосферных осадков.

Снижение среднегодового расхода воды в реках Кара-Торгай и Торгай в период 1960-2017 гг. соответственно с 9,02 до 0,92 м³/с и с 12,19 до 0,53 м³/с связано с антропогенными факторами, в частности, с устройством Акжарского, Ащи-Тастинского и Тастинского водохранилищ.

Заключение

По результатам проведенных гидрологических исследований бассейна реки Торгай, направленных для выявления природно-географических особенностей формирования среднегодового расхода воды, можно констатировать, что тенденции изменения гидрологического режима исследуемой территории зависят не только от климатических изменений, но и в значительной степени определяются антропогенной деятельностью на речных водосборах, то есть зарегулирование стока реки с помощью строительства водохранилища и интенсивного использования их водных ресурсов в отраслях экономики региона.

Список цитированных источников

1. Ресурсы поверхностных вод районов целинных и залежных земель : Кустанайская область, выпуск II. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1958. – 711 с.
2. Каримова, Г. К. Многолетнее изменение гидрологического стока водосбора бассейна реки Торгай / Г. К. Каримова, А. Т. Козыкеева, Ж. С. Мустафаев // Сборник международной научно-практической конференции молодых ученых в рамках XI «Международной зимней школы 2021». – Алматы, 2021. – С. 12–17.

3. Гальперина, Р. И. Водные ресурсы Казахстана : оценка, прогноз, управление : в 21 томе. Ресурсы речного стока Казахстана. Кн. 1 : Возобновляемые ресурсы поверхностных вод Западного, Северного, Центрального и Восточного Казахстан. – Алматы, 2012. – Т. VII. – 684 с.
4. Определение основных расчетных характеристик. – СП-33-101-2003. – М., 2004. – 85 с.

УДК 551.581.1

ОБОБЩЕНИЕ ЗАРУБЕЖНОГО И ОТЕЧЕСТВЕННОГО ОПЫТА РАЗРАБОТКИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ

О. П. Мешик¹, М. В. Борушко²

¹ К. т. н., доцент, декан факультета инженерных систем и экологии
УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
e-mail : omeshyk@gmail.com

² Магистр технических наук, аспирант кафедры природообустройства старший
преподаватель кафедры иностранных языков УО «Брестский государственный
технический университет», Брест, Беларусь, e-mail : borushko.marina@mail.ru

Реферат

Выполнено обобщение зарубежного и отечественного опыта разработки климатических проекций. Рассмотрены основные этапы разработки сценариев глобального изменения климата, предложенные Межправительственной группой экспертов по изменению климата и применяемые для разработки климатических проекций. Исследован опыт разработки климатических проекций белорусскими учеными. Выявлены корреляции между результатами исследований белорусских и зарубежных экспертов.

Ключевые слова: климатические проекции, сценарии изменения климата, климатические модели.

INTERNATIONAL BEST PRACTICE AND BELARUSIAN EXPERIENCE IN MAKING CLIMATE PROJECTIONS

A. P. Meshyk, M. V. Barushka

Abstract

International best practice and some Belarusian experience in projecting climate change are investigated in this paper. The authors study main stages in the history of creating scenarios of global climate change which are proposed by IPCC experts. Some cases of climate projections made by Belarusian researchers are also presented here. The authors reveal certain correlations between the results obtained by Belarusian and international experts.

Key words: climate projections, climate change scenarios, climate models.

Введение

Научное сообщество уделяет большое внимание изучению проблем изменения климата и моделированию возможного развития климата в будущем. Главной причиной современного глобального потепления климата является усиление